Examen d'automatique - seconde session

Durée: 1h30

L2 SPI-EEA *26 juin 2016*

Les documents et téléphones portables sont interdits.
Toute réponse non justifiée sera comptée comme <u>nulle</u>.

On s'intéresse à l'asservissement d'un chariot de chantier monté sur rails, commandé par une force motrice $u(t)$. La vitesse du chariot est notée $v(t)$ et sa position $x(t)$, et toutes deux sont disponibles en tant que mesure (supposées parfaites). Le but de l'exercice est d'exploiter ces deux mesures pour asservir la vitesse du chariot et ensuite sa position.

I. **Système en boucle ouverte**

On considère le modèle d'évolution de la vitesse suivant :

$$m\,\dot{v}(t) + \mu\,v(t) = 25\,u(t)\ ;\ v(0) = 0, \tag{1}$$

où m la masse (supposée fixe) en kg du chariot, et μ est le coefficient de viscosité de l'air (en $N.m^{-1}.s$).

1. Quel est l'ordre du système ?
2. On trace en Figure 1 l'évolution de $v(t)$ lorsque l'on applique une entrée constante $u(t) = 20$. En déduire les valeurs de m et de μ.

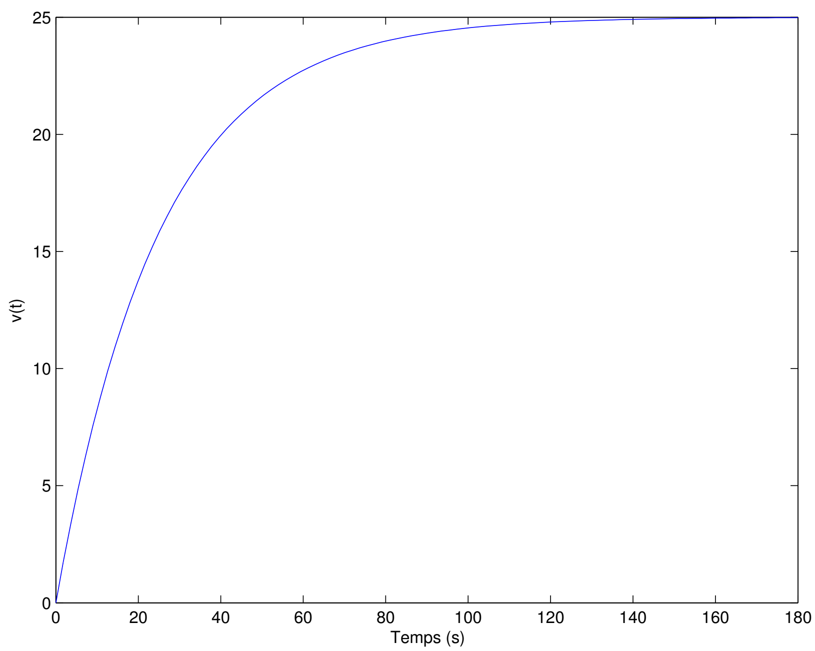

Figure 1 – Evolution de $v(t)$ lorsque l'on applique une entrée constante $u(t) = 20$.

<u>Remarque</u> : la grande majorité du sujet peut être traitée sans les valeurs numériques de m et de μ. On prendra en particulier soin de manipuler autant que possible des expressions <u>littérales</u> et d'effectuer les applications numériques en fin de calcul.

II. **Asservissement de la vitesse**

On décide de mettre en œuvre une boucle de correction selon la loi de commande :
$u(t) = k_v\,(v_c(t) - v(t))$, où $v_c(t)$ est la consigne de vitesse.

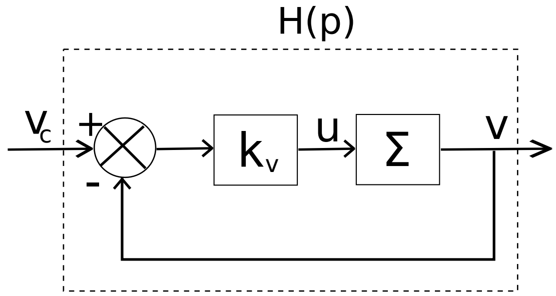

FIGURE 2 – Schéma-bloc de la régulation de la vitesse v.

3. Ecrire l'équation différentielle du système en boucle fermée et la mettre sous forme canonique.
4. En déduire l'expression de ses paramètres canoniques.
5. Calculer k_v permettant de garantir une erreur statique $\epsilon_p \leqslant 5\%$.
6. Pour cette valeur de k_v, a-t-on un temps de réponse inférieur à 10 secondes ?
7. Calculer la fonction de transfert $H(p)$ correspondante à cette BF.

III. **Asservissement de la position**

Dans cette partie, k_v est fixé à sa valeur calculée précédemment. Si celui-ci n'a pas été déterminé, on manipulera son expression littérale.

On souhaite désormais asservir la position $x(t)$; pour cela, on met en place une seconde boucle de correction, selon la loi de commande $v_c(t) = k(x_c(t) - x(t))$ où $x_c(t)$ est la consigne en position. La structure globale du système ainsi obtenu est donnée en Figure 3.

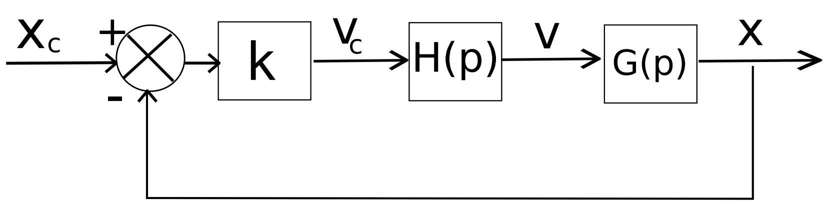

FIGURE 3 – Schéma-bloc du système en boucle fermée complet.

8. Donner l'expression (simple !) de $G(p)$, fonction de transfert entre la vitesse V et la position X.
9. Calculer la fonction de transfert de la boucle fermée de la Figure 3 <u>en fonction de k</u>.
10. Donner l'ordre de cette fonction de transfert et exprimer ses paramètres canoniques.
11. Comment doit-on choisir ξ pour éviter que le chariot ne déraille lorsqu'on lui demande de se positionner aux extrémités des rails ?
12. Calculer la valeur de k garantissant cette valeur pour ξ.
13. Que peut-on dire de l'erreur statique (ou erreur de position) de cet asservissement et <u>pourquoi</u> ?
14. Calculer l'erreur de traînage (ou de vitesse) de cet asservissement.